

## حسابات الحموض الضعيفة

في الحموض الضعيفة يكون تأين الحمض جزئياً، وعليه يمكن حساب  $[H_3O^+]$  عن طريق ثابت الاتزان لتأين الحمض الضعيف في الماء.

HA	+	H <sub>2</sub> O	↔	A <sup>-</sup>	+	H <sub>3</sub> O <sup>+</sup>	
ص				صفر		صفر	التركيز عند البداية
- س				+ س		+ س	التغير في التركيز
ص - س				س		س	التركيز عند الاتزان

ثابت الاتزان

$$\frac{[H_3O^+] [A^-]}{[HA] [H_2O]} = K_c$$

وبما أن  $[H_2O]$  ثابتاً في المحاليل المائية، لذا يمكن دمجها مع ثابت الاتزان في ثابت جديد هو  $K_a$

$$\frac{[H_3O^+] [A^-]}{[HA]} = K_a$$

$K_a$  : ثابت تأين الحمض الضعيف، ويتغير من حمض ضعيف لآخر.

وللتسهيل تهمل قيمة (س) المتفككة من الحمض HA ، ويصبح  $[HA]$  عند الاتزان = ص

وبما أن  $[A^-] = [H_3O^+] = س$  عند الاتزان فإن العلاقة السابقة تصبح:

$$\frac{س^2}{ص} = \frac{س \times س}{ص} = K_a$$

$$س^2 \times K_a = ص$$

$$س = \sqrt{\frac{ص}{K_a}}$$

حيث:

س : تركيز أيون الهيدرونيوم أو تركيز الأيون السالب الناتج من تفكك الحمض.

ص : تركيز الحمض الأصلي (تركيزه لا يتغير بعد التفكك).

$K_a$  : ثابت تأين الحمض.

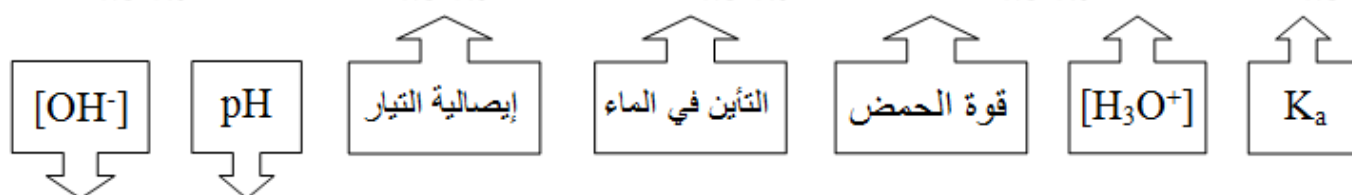
وعليه يمكن إطلاق التعميم التالي:

$$[H_3O^+] = \sqrt{[HA] \times K_a}$$

وتستخدم العلاقة السابقة لحساب  $[H_3O^+]$  في محاليل الحموض الضعيفة.

تعد قيمة  $K_a$  مقياساً لقدرة الحمض على تكوين أيونات  $[H_3O^+]$  ، فكلما زادت قيمة  $K_a$  زاد  $[H_3O^+]$  وزادت قوة الحمض مع ملاحظة أن الحموض القوية ليس لها قيم ثوابت تأين.

ومن الضروري حفظ العلاقات التالية:



سؤال 1 :

احسب  $[H_3O^+]$  في محلول حمض الميثانويك  $HCOOH$  بتركيز 0,1 مول/لتر ( $K_a = 1,6 \times 10^{-4}$ ).

الحل:

HCOOH	+	H <sub>2</sub> O	↔	H <sub>3</sub> O <sup>+</sup>	+	HCOO <sup>-</sup>	
ا،				صفر		صفر	قبل الاتزان
- س				+ س		+ س	التغير
ا، - س				س		س	بعد الاتزان

$$\frac{[H_3O^+][HCOO^-]}{[HCOOH]} = K_a$$

وبما أن  $[HCOO^-] = [H_3O^+] = س$  عند الاتزان فإن العلاقة السابقة تصبح :

$$\frac{س \times س}{س - 0,1} = K_a$$

وبإهمال (س) المتفككة من الحمض تصبح العلاقة السابقة على النحو التالي:

$$\frac{س^2}{0,1} = \frac{س \times س}{0,1} = K_a$$

$$س = \sqrt{0,1 \times K_a}$$

وبالتعويض في ثابت التأيّن:

$$س = \sqrt{0,1 \times 1,6 \times 10^{-4}}$$

$$س = [H_3O^+] = 4 \times 10^{-3} \text{ مول / لتر}$$

سؤال 2 :

يبين الجدول التالي قيم ثوابت التأيين ( $K_a$ ) لبعض الحموض الضعيفة عند درجة 25°س، ادرس الجدول ثم أجب عن الأسئلة التي تليه:

اسم الحمض	صيغة الحمض	$K_a$
حمض الكبريتيت	$H_2SO_3$	$1,5 \times 10^{-2}$
حمض الهيدروفلوريك	HF	$7,2 \times 10^{-4}$
حمض النيتريت	$HNO_2$	$4 \times 10^{-4}$
حمض الميثانويك	HCOOH	$1,7 \times 10^{-4}$
حمض البنزويك	$C_6H_5COOH$	$6,5 \times 10^{-5}$
حمض الإيثانويك	$CH_3COOH$	$1,8 \times 10^{-5}$
حمض الكربونيك	$H_2CO_3$	$4,3 \times 10^{-7}$
حمض الهيپوكلوريت	HOCl	$3,5 \times 10^{-8}$
حمض الهيدروسيانيك	HCN	$6,2 \times 10^{-10}$

1. اكتب صيغة الحمض الأقوى والحمض الأضعف في الجدول، ثم اكتب صيغة القاعدة المرافقة لكل منهما.
2. أي الحمضين:  $H_2CO_3$  أم  $HNO_2$  المتساويين في التركيز يكون تركيز  $H_3O^+$  أعلى؟
3. أيهما له أعلى رقم هيدروجيني: HF أم HOCl (لهما التركيز نفسه)؟
4. أي الحمضين المتساويين في التركيز: HCOOH أم  $C_6H_5COOH$  أكثر تأيناً في الماء؟
5. هل تتوقع أن تكون قيمة pH لمحلول حمض الإيثانويك الذي تركيزه 0,01 مول/لتر أكبر أم أقل من 2 ؟ ولماذا؟

### سؤال 3 :

يبين الجدول التالي قيم ثوابت التأيين ( $K_a$ ) لحمضين، أجب عن الأسئلة الآتية:

تركيز محلول الحمض (مول/لتر)	$K_a$	الحمض
0,004	$5 \cdot 10^{-4}$	HA
0,9	$5 \cdot 10^{-1}$	HB

1. أي الحمضين أقوى؟
2. في أي محلولي الحمضين يكون تركيز أيون الهيدرونيوم أعلى؟
3. أي محلولي الحمضين أعلى pH؟

## سؤال 4 :

يبين الجدول المجاور تركيز أيون الهيدرونيوم لثلاثة حموض ضعيفة متساوية التركيز. ادرس الجدول ثم أجب عن الأسئلة التالية:

الحمض	$[H_3O^+]$
HX	$4 \cdot 10^{-7}$
HY	$6 \cdot 10^{-4}$
HZ	$4 \cdot 10^{-4}$

1. اكتب صيغة الحمض الأقوى.
2. ما القاعدة المرافقة لكل من الحموض المذكورة؟
3. أي محاليل الحموض المذكوره تمتلك قيمة pH أعلى؟
4. رتب محاليل الحموض الموجودة في الجدول حسب  $[OH^-]$ .
5. أي محاليل الحموض يوصل التيار الكهربائي بشكل أكبر؟
6. اكتب صيغ الدقائق الموجودة في محلول HZ عند الاتزان.

## سؤال 5 :

احسب قيمة الرقم الهيدروجيني pH لمحلول HF تركيزه 0,05 مول/لتر. (لو  $6 = 0,78$ )

علماً بأن ثابت تأين الحمض ( $K_a$ ) يساوي  $7,2 \times 10^{-4}$

سؤال 6 :

احسب تركيز محلول حمض  $\text{HNO}_2$  الذي رقمه الهيدروجيني 2,4  
علماً بأن ثابت تأين الحمض ( $K_a$ ) يساوي  $4 \times 10^{-4}$ . (لو  $4 = 0,6$ )

سؤال 7 :

احسب قيمة  $K_a$  لمحلول الحمض الضعيف HZ الذي تركيزه 0,2 مول/لتر، ورقمه الهيدروجيني يساوي 4

سؤال 8 :

أذيب (1,22) غ من حمض البنزويك ( $\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}$ ) في لتر من الماء فتبين أن  $[\text{H}_3\text{O}^+]$  يساوي  $8 \times 10^{-4}$  مول/لتر. احسب قيمة  $K_a$  (الكتلة المولية للحمض = 122 غ/مول).

سؤال 9 :

المعلومات	الحمض
$2 \times 10^{-7} = K_a$	HD
$4 \times 10^{-3} = K_a$	HC
$5 \times 10^{-5} = [\text{Z}^-]$	HZ
$5 \times 10^{-6} = [\text{B}]$	$\text{HB}^+$
$5 = \text{pH}$	HQ
$3,4 = \text{pH}$	HX

يبين الجدول المجاور بعض الحموض الضعيفة بتركيز 0,2 مول/لتر لكل منها. أجب عن الأسئلة التالية:  
(لو  $5 = 0,7$ )

- أي الحمضين: HD أم HC هو الأقوى؟
- أي الحمضين: HZ أم  $\text{HB}^+$  يمتلك محلوله  $[\text{OH}^-]$  أعلى؟
- أي الحمضين: HQ أم HX يمتلك قيمة  $K_a$  أعلى؟
- أي الحمضين: HQ أم HZ يمتلك قيمة pH أقل؟
- أي الحمضين: HX أم HZ أكثر تأيناً في الماء؟

6. كم تبلغ قيمة pH لمحلول الحمض  $HB^+$  ؟

سؤال 10 :

يبين الجدول الآتي عدداً من محاليل الحموض الافتراضية الضعيفة متساوية التركيز (0,1) مول/لتر وقيم pH لها، ادرسه ثم أجب عن الأسئلة التي تليه:

محلل الحمض	$XH^+$	HY	$H_2A$	HQ	HZ	HB
pH	5	4	3	4,5	6	6,3

1. أي الحمضين أقوى: HY أم HQ ؟

2. اكتب معادلة تفاعل  $B^-$  مع  $H_2A$  .

3. أي حموض الجدول يمتلك قيمة  $K_a$  أعلى؟

4. كم تبلغ قيمة  $K_a$  للحمض HZ ؟

5- ما صيغة القاعدة المرافقة لكل من الحمضين  $H_2A$  و  $XH^+$  ؟

سؤال 11 :

رتب محاليل الحموض التالية تصاعدياً وفق زيادة قيمة pH إذا كانت تراكيزها متساوية:



سؤال 12 : سؤال موضوعي وزاري

إذا كانت قيمة pH تساوي (3) لمحلول من الحمض الضعيف HA تركيزه (0,1) مول/لتر . فإن قيمة  $K_a$  لهذا الحمض تساوي:

- (أ)  $1 \times 10^{-5}$  (ب)  $1 \times 10^{-6}$  (ج)  $1 \times 10^{-7}$  (د)
- $1 \times 10^{-8}$

## إجابات أسئلة الدرس في الملفات المرفقة.